

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-131385

(43)Date of publication of application : 28.05.1993

(51)Int.Cl.

B25J 9/22  
G05B 19/42

(21)Application number : 03-292707

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 08.11.1991

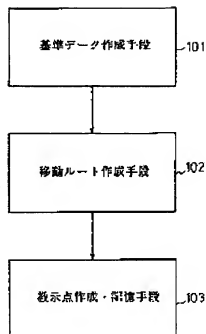
(72)Inventor : TONAI MAKOTO

## (54) TEACHING POINT CREATION DEVICE FOR ASSEMBLY OPERATION

## (57)Abstract:

PURPOSE: To enable quick teaching without repetitive simulations even when assembly operations must be taught.

CONSTITUTION: A device comprises a means 101 for creating reference data used when a tool attached to the tip of a robot arm grips a movable workpiece installed at a reference position, a means 102 for setting a transfer route for the origin of the movable workpiece to combine movable and fixed workpieces, and a means 103 for creating and storing teaching point data used while the movable workpiece is being moved for each transfer point on the transfer route of the origin of the movable workpiece based on the reference data.



(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-131385

(43)公開日 平成5年(1993)5月28日

(51)Int.Cl. <sup>4</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 5 J 9/22	Z	9147-3F		
G 0 5 B 19/42	R	9064-3H		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平3-292707

(22)出願日 平成3年(1991)11月8日

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 藤内 誠

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74)代理人 弁理士 青木 朗 (外4名)

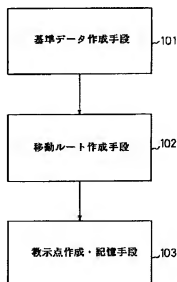
(54)【発明の名称】 組立作業用教示点作成装置

(57)【要約】

【目的】 組合せ作業を教示する際にも繰り返しシミュレーションを行うことなく短時間で教示することの可能な組立作業用教示点作成装置を提供する。

【構成】 ロボットのアームの先端に取り付けられたツールで基準位置に設置されている移動ワークを把持した場合の基準データを作成する手段101と、移動ワークを固定ワークに組み合わせるために移動ワークの原点の移動ルートを設定する手段102と、移動ワークの原点の移動ルート上の移動点毎に基準データに基づき移動ワークの移動中の教示点データを作成・記憶する手段103と、から構成される。

本発明に係る組立作業用教示点作成装置の基本構成図



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ロボットのアームの先端に取り付けられたツールで、基準位置に設置されている移動ワークを保持した場合のワークの基準位置における基準データを作成する基準データ作成手段と、

移動ワークを固定ワークに組み合わせるために移動ワークの原点の移動ルートを設定する移動ルート設定手段と、

該移動ルート設定手段で設定された移動ワークの原点の移動ルート上の移動点毎に、該基準データ作成手段により作成された基準データに基づき移動ワークの移動中の教示点データを作成・記憶する教示点作成・記憶手段と、から構成される組立作業用教示点作成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はロボットを動作させるための教示点データを作成する教示点作成装置に係わり、特にロボットにより組立作業を実施するための組立作業用教示点作成装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 生産自動化のためにロボットが広く使用されているが、溶接作業・塗装作業のようにワーク上に設定された作業点を教示点として教示することができず、作業に使用されている場合が多い。図8はロボットでの作業状況説明図であって、(a)は凸状に2つの部品801および802を組み立てた後、ロボット溶接する場合を示す。

【0003】 この場合ロボットが作業するべき点(教示点)をロボットに教示するためには、例えば部品801の下端である部品の形状線に沿って801a、801bおよび801cを教示することが可能である。この結果矢印803に沿った作業軌跡を得ることができる。しかしながら図8(b)に示すように例えば部品805と806とを組合せる作業のような組合せ作業を教示する場合には、部品相互間の位置関係が正しく設定されていないために部品の形状線(面)を利用して教示点を定めることはできない。

【0004】 図9はオフラインロボット教示装置を使用した従来の教示手順を示すフローチャートであって、図8(b)の場合を例として説明する。ステップ901において、移動ワーク805を基準位置から固定ワーク806の設置位置まで移動するシミュレーションを実行する。ステップ902において、移動ワーク805の教示点805aを対応する固定ワーク806上の仮想教示点806aと一致させるシミュレーションを実行する。

【0005】 ステップ903において、移動ワーク805の教示点805aと固定ワーク806の教示点806aとを一致させた状態でロボットに取り付けたハンドで保持した状態をシミュレートしてハンドの姿勢を決定する。ステップ904において、移動ワーク805を基準

位置から固定ワーク806の位置に移動するシミュレーションを実行してロボットのツール原点位置即ち教示点の軌跡を算出する。

【0006】 ステップ905において、全部の教示点について教示が完了したか否かを判断し、教示が完了していなければステップ901に戻り次の教示点についての教示を開始する。即ち部品805と806とを正確に組合せるためには、少なくとも移動ワークの3点を定めてシミュレーションを行わなければならないことは明らかである。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 即ち、この教示手順によれば複数回シミュレーションを繰り返す必要が、さらに以下の要因によってもシミュレーション回数が増加する。

(1) ツールを一定の姿勢に維持したまま移動ワークと固定ワークとを正確に組立てできない場合。

(2) ツールと移動ワークとの間に干渉が発生した場合。

【0008】 さらにツール移動中にロボット周辺に設置されているもの(例えば部品棚等)と干渉が生じた場合。

【0008】 これは、(1)(2)(3)のいずれの場合にも移動ワークの移動中に、移動ワークの姿勢を変更する必要があるが、姿勢を変更する場合は、各姿勢毎に教示点を教示することが必要となるからである。本発明に係る問題点に鑑みながらなされたものであって、組合せ作業を教示する際にも繰り返しシミュレーションを行うことなく短時間で教示することの可能な組立作業用教示点作成装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】 図1は本発明に係る組立作業用教示点作成装置の基本構成図であって、ロボットのアームの先端に取り付けられたツールで基準位置に設置されている移動ワークを保持した場合のワークの基準位置における基準データを作成する基準データ作成手段101と、移動ワークを固定ワークに組み合わせるために移動ワークの原点の移動ルートを設定する移動ルート設定手段102と、移動ルート設定手段102で設定された移動ワークの原点の移動ルート上の移動点毎に基準データ作成手段101により作成された基準データに基づき移動ワークの移動中の教示点データを作成・記憶する教示点作成・記憶手段103と、から構成される。

【0010】

【作用】 本発明によれば、基準位置で移動ワークを保持後移動ワークの原点の移動軌跡を設定することによりロボットへの教示点の移動軌跡が決定され、事前にオフライン的にロボットと移動ワークあるいは周辺に配置されている工具棚等の干渉を検査することが可能となる。

【0011】

【実施例】 図2は本発明に係る組立作業用教示点作成装

置の機能ブロック図であって、いわゆるデジタルコンピュータシステムとして構成される。即ち磁気ディスクのような大容量記憶部211から216には以下のデータが格納される。

【0012】(211) ワールド座標系で表されたロボット座標系の原点位置

$R_c(O_w)$

(212) ロボット座標系で表されたロボットアームの位置・姿勢データ

$R_A(R_c)$

(213) ワールド座標系で表されたワーク基準点位置

$W_A(O_w)$

(214) ワールド座標系で表されたワーク移動時の基準点位置

$W_A(O_w)$

(215) ロボット座標で表された教示点データ T

$(R_c)$

(216) ツール座標系で表されたワーク基準点位置

$W_A(T_c)$

またプログラム演算部221から223には以下の機能が含まれる。

【0013】(221) ワーク移動計算

(222) 3次元表示

(223) 行列演算

さらに組立作業用教示点作成装置に操作指令を与えるためのキーボードのような入力機器231およびブラウン管ディスプレイのような出力装置232が設置されている。

【0014】図3は本発明に係る組立作業用教示点作成装置で実行されるメインルーチンのフローチャートであ

$$T_{ci}(R_c) = W_c(T_c) * T_c(A_c) * A_c(R_c) \quad (1)$$

この式から

$$W_c(T_c) = T_c(A_c)^{-1} * A_c(R_c)^{-1} * T_{ci}(R_c) \quad (2)$$

として、 $W_c(T_c)$ を求めることができる。

【0019】図5はメインルーチンのステップ302で実行される、移動ルート上の原点座標データ演算ルーチンである。ステップ3021において、インデックスiを“2”に初期化する。ステップ3022において移動ワークの位置を(i-1)から(i)に移動するシミュレーションを実行する。

【0020】ステップ3033において位置(i)におけるワールド座標系で表された移動ワークの原点の座標 $B_i$ を決定する。ステップ3034において移動ワークの移動が完了したか否かを判定し、否定判定された場合

$$B_{i-1}(R_c) = R_c(O_w)^{-1} * B_{i-1}(O_w) \quad (3)$$

$$T_{ci}(R_c) * W_c(T_c) = B_i(R_c) * B_{i-1}(O_w)^{-1} * B_i(O_w) \quad (4)$$

従って、

$$T_{ci}(R_c) = R_c(O_w)^{-1} * B_i(O_w) * W_c(T_c)^{-1} \quad (5)$$

ステップ3034において移動ワークの移動が終了した

る。ステップ301において、基準位置におかれた移動ワークをロボットのアームの先端に取り付けられたツールで把持したときをシミュレートして基準データを作成する。

【0015】ステップ302において、ロボットのアームを移動させてツールで把持した移動ワークの基準位置のルートのデータを作成する。ステップ303において、移動ワーク移動中の教示点位置データを作成・記録する。図4はメインルーチンのステップ301で実行される基準データ作成の詳細を表すフローチャートである。

【0016】ステップ3011でロボットで移動するワーク(以下移動ワークと記す。)の原点 $W_c$ を基準位置 $B_i$ に設置する。ステップ3012でワールド座標系で表された基準位置 $B_i$ の位置座標 $B_i(O_w)$ を求める。ステップ3013ではロボットのアームに取り付けられたツールで基準位置に設置された移動ワークを把持した状態をシミュレートして、ツールの原点 $T_c$ を基準とする移動ワークの原点 $W_c$ の位置座標 $W_c(T_c)$ を求める記憶する。

【0017】図7はロボット701のアーム702の先端に取り付けられたツール703の移動ワーク把持状態図である。ロボットアーム原点 $A_c$ を基準とする基準位置 $B_i$ に設置された移動ワークを把持したときのツール原点 $T_c$ の位置・姿勢を $T_{ci}(A_c)$ 、ロボット原点 $R_c$ を基準とするロボットアーム原点 $A_c$ の位置・姿勢を $A_c(R_c)$ とすれば次式が成立する。

【0018】なお、各点の位置・姿勢はいわゆるデナビット・ハーデンバーグの方法により表記されているものとする。

$$T_{ci}(R_c) = W_c(T_c) * T_c(A_c) * A_c(R_c) \quad (1)$$

はステップ3025でインデックスiをインクリメントしてステップ3022に戻る。

【0021】ステップ3024で肯定判定された場合は本処理を終了する。図6はメインルーチンのステップ303で実行される教示点データ作成処理の詳細フローチャートである。ステップ3031において、インデックスiを“2”に初期化する。ステップ3032において、位置(i)におけるロボット座標系で表示されたツール原点座標 $T_{ci}(R_c)$ を求める。

【0022】即ち各移動点において次式が成立する。

か否かを判定し、否定判定された場合はステップ303

4においてインデックス  $i$  をインクリメントしてステップ 3032に戻る。

【0023】

【発明の効果】本発明によれば、1度のシミュレーションによって移動ワーク移動中の全てについて教示点のデータを作成することが可能となり教示に必要な時間を短縮することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は本発明に係る組立作業用教示点作成装置の基本構成図である。

【図2】図2は本発明に係る組立作業用教示点作成装置の実施例機能線図である。

【図3】図3はメインルーチンのフローチャートである。

【図4】図4は基準データ作成処理の詳細フローチャートである。

【図5】図5はワーク移動ルートデータ作成処理の詳細フローチャートである。

【図6】図6は教示点データ作成処理の詳細フローチャートである。

【図7】図7は移動ワーク把持状態図である。

【図8】図8はロボットでの作業状況説明図である。

【図9】図9は従来の教示点作成ルーチンのフローチャートである。

【符号の説明】

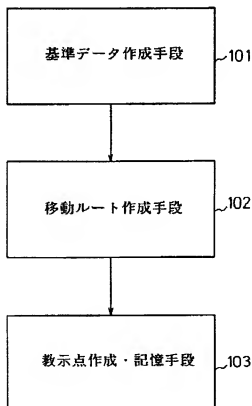
101…基準データ作成手段

102…移動ルート作成手段

103…教示点作成・記憶手段

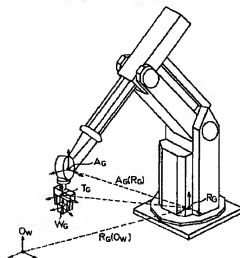
【図1】

本発明に係る組立作業用教示点作成装置の基本構成図



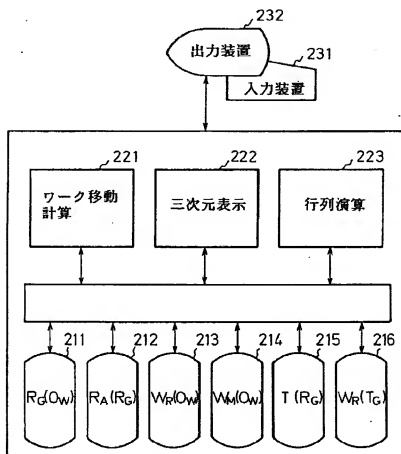
【図7】

移動ワーク把持状態図



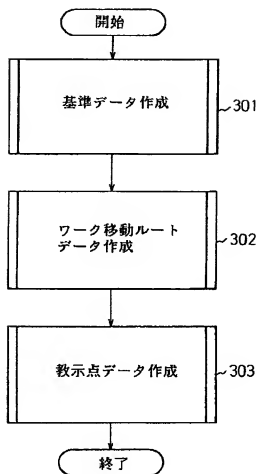
【図2】

本発明に係る組立作業用教示点作成装置の実施例機能線図



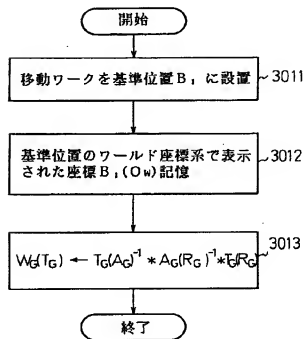
【図3】

メインルーチンのフローチャート



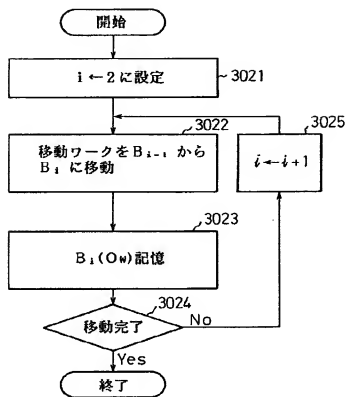
【図4】

基準データ作成処理の詳細フローチャート



【図5】

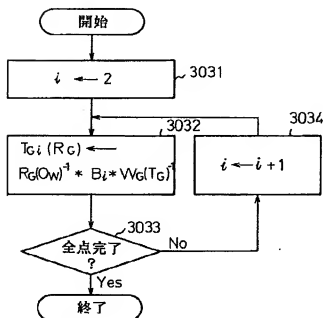
ワーク移動ルートデータ作成処理の詳細フローチャート





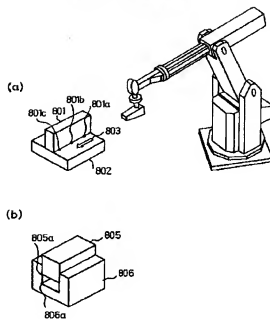
【図6】

教示点データ作成処理の詳細フローチャート



【図8】

ロボットでの作業状況説明図



【図9】

従来の教示点作成ルーチンのフローチャート

